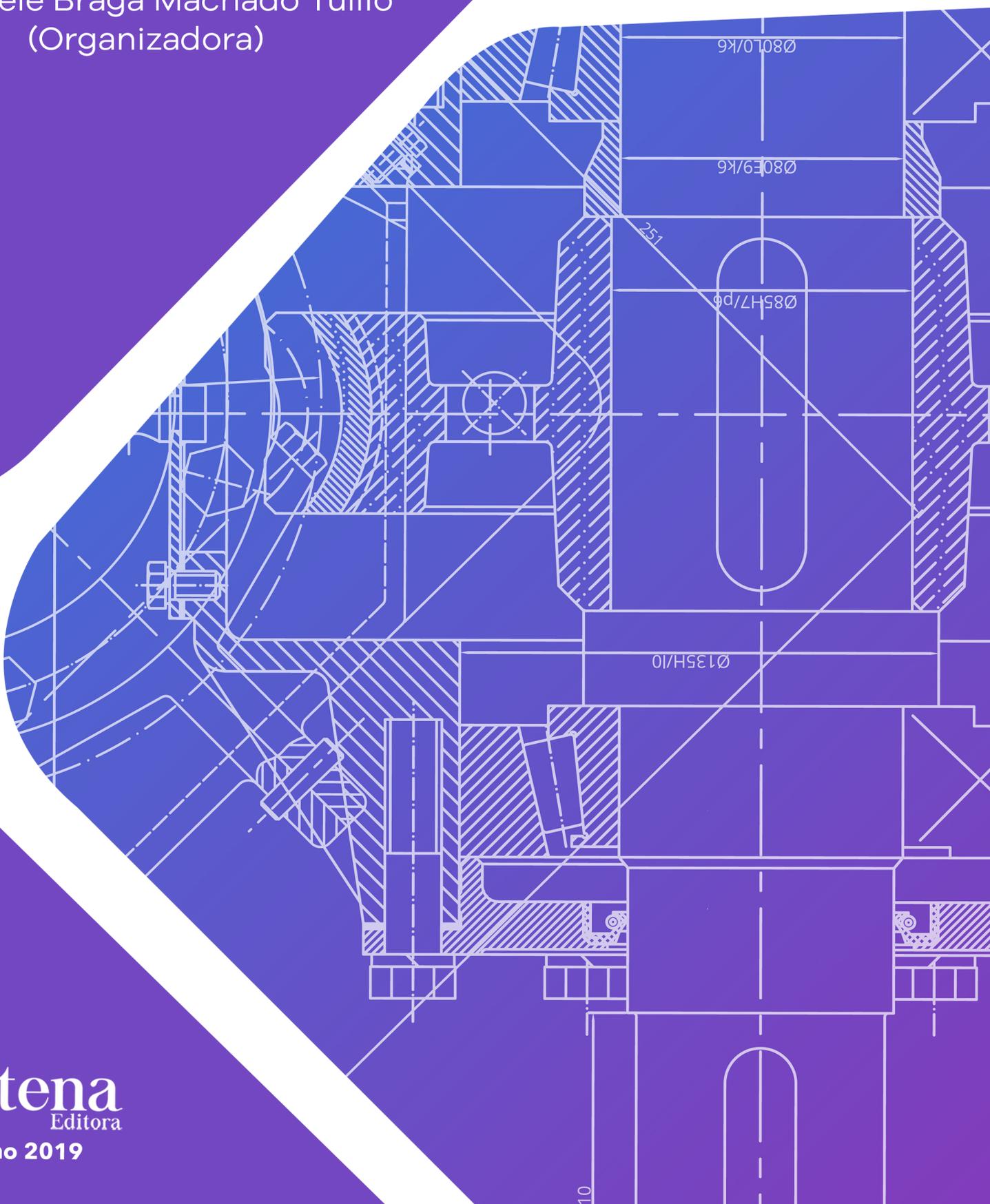


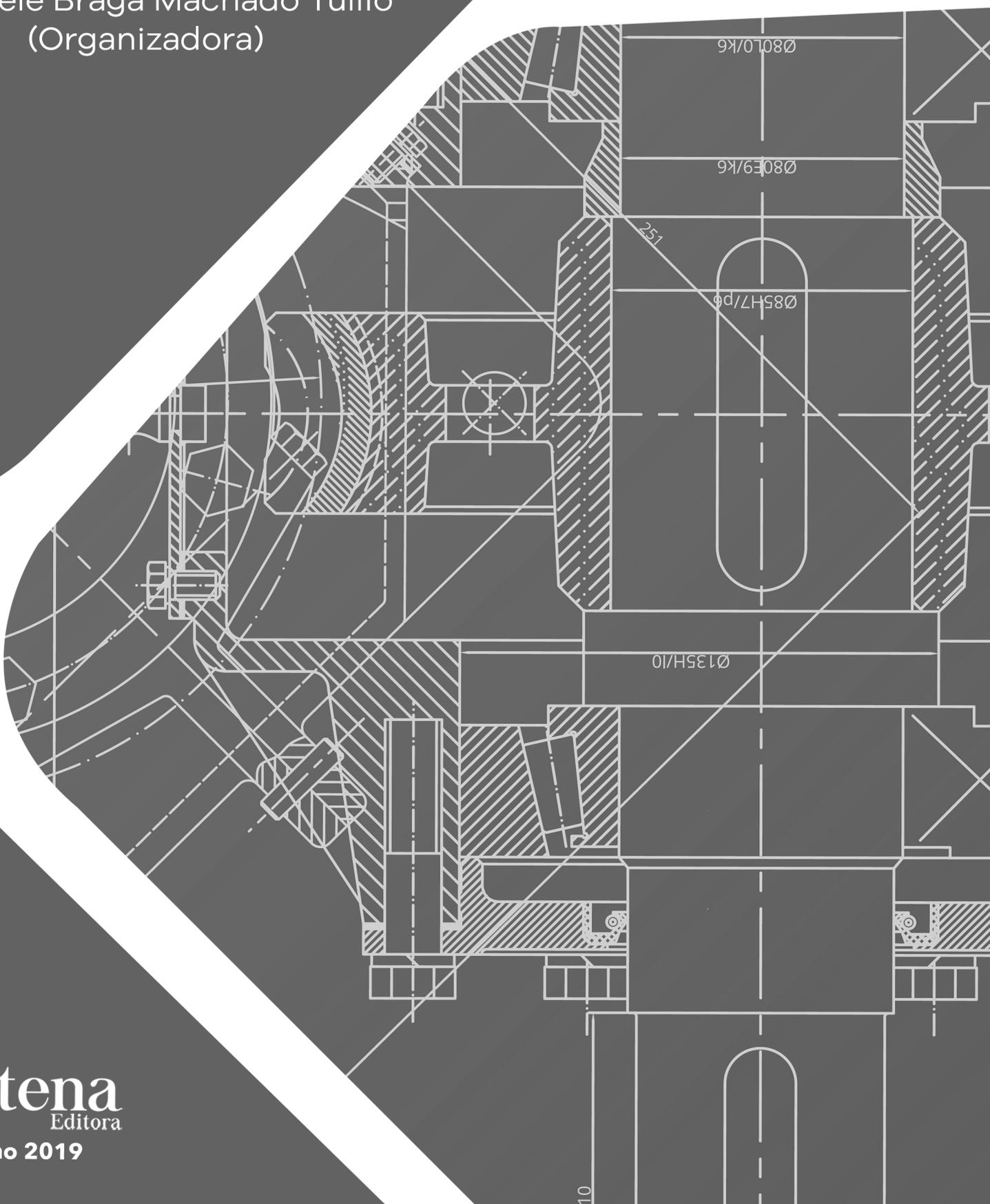
Pesquisa Científica e Inovação Tecnológica nas Engenharias 2

Franciele Braga Machado Tullio
(Organizadora)



Pesquisa Científica e Inovação Tecnológica nas Engenharias 2

Franciele Braga Machado Tullio
(Organizadora)



2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Geraldo Alves

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
 Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

P474 Pesquisa científica e inovação tecnológica nas engenharias 2 [recurso eletrônico] / Organizadora Franciele Braga Machado Tullio. – Ponta Grossa PR: Atena Editora, 2019. – (Pesquisa Científica e Inovação Tecnológica nas Engenharias; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-903-5

DOI 10.22533/at.ed.035200601

1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. 2. Inovações tecnológicas.
3. Tecnologia. I. Tullio, Franciele Braga Machado. II. Série.

CDD 658.5

Elaborado por Maurício Amormino Júnior | CRB6/2422

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Pesquisa Científica e Inovação Tecnológica nas Engenharias 2” contempla vinte e quatro capítulos em que os autores abordam pesquisas científicas e inovações tecnológicas aplicadas nas diversas áreas de engenharia.

Inovações tecnológicas são promovidas através dos resultados obtidos de pesquisas científicas, e visam permitir melhorias a sociedade através de seu uso nas engenharias.

A utilização racional de energia, consiste em utilizar de forma eficiente a energia para se obter determinado resultado. O estudo sobre novas fontes de energia, e o seu comportamento podem trazer benefícios ao meio ambiente e trazer progresso a diversos setores.

A aplicação de novas tecnologias pode permitir avanços em diversas áreas, como saúde, construção, meio ambiente, proporcionando melhorias na qualidade de vida de diversas comunidades.

Diante do exposto, almejamos que o leitor faça uso das pesquisas aqui apresentadas, permitindo uma reflexão sobre seu uso na promoção de desenvolvimento social e tecnológico.

Franciele Braga Machado Tullio

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
EVOLUÇÃO DA SEGURANÇA NO TRABALHO PARA A ATIVIDADE DO SETOR ELÉTRICO	
Humberto Rodrigues Macedo Valci Ferreira Victor Kaisson Teodoro de Souza Paulo Henrique Martins Gonçalves	
DOI 10.22533/at.ed.0352006011	
CAPÍTULO 2	10
GERAÇÃO DISTRIBUÍDA: LEGISLAÇÃO REGULATÓRIA E BENEFÍCIOS AOS CONSUMIDORES PELA COMPENSAÇÃO DE ENERGIA	
Neide Alves Dalla Vecchia Ruan Michel Alves Dalla Vecchia	
DOI 10.22533/at.ed.0352006012	
CAPÍTULO 3	20
HIDROENERGIA: ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DE UMA TURBINA FRANCIS PARA APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO EM PCHS	
Cristine Machado Schwanke Ingrid Augusto Caneca da Silva Vanessa Silva Goulart Suélen Mena Meneses Nathália Dias Imthon Matheus Henrique Baesso Joyce Alves Silva Cruz Ethan Ribas Pereira Perez Matheus Felicio Palmeira dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.0352006013	
CAPÍTULO 4	34
MAPEAMENTO TECNOLÓGICO DE PEDIDOS DE PATENTES RELACIONADOS À UTILIZAÇÃO DAS MICROALGAS	
Kamila Cavalcante dos Santos Jéssica Guimarães Lopes Andréia Alves Costa	
DOI 10.22533/at.ed.0352006014	
CAPÍTULO 5	43
ESTUDO DE AÇÕES PARA A REDUÇÃO DOS CUSTOS DO FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA PARA GRANDES CONSUMIDORES	
Valci Ferreira Victor Humberto Rodrigues Macedo Adail Pereira Carvalho Lucas Cardoso da Silva Pitágoras Rodrigues de Melo Sobrinho	
DOI 10.22533/at.ed.0352006015	

CAPÍTULO 6	53
PROPOSTA DE UM SISTEMA DE MONITORAMENTO E DESPACHO DE MICROGERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE ENERGIAS RENOVÁVEIS NO CONCEITO DE CENTRAIS VIRTUAIS DE ENERGIA	
Rodrigo Regis de Almeida Galvão Thiago José Lippo de França Breno Carneiro Pinheiro Luis Thiago Lucio	
DOI 10.22533/at.ed.0352006016	
CAPÍTULO 7	67
PROTEÇÃO TÉRMICA CONTRA ARCOS ELÉTRICOS: UM ESTUDO DE CASO COM UMA SUBESTAÇÃO DE 13,8 KV	
Herick Talles Queiroz Lemos Humberto Dionísio de Andrade Matheus Emanuel Tavares Sousa Adriano Aron Freitas de Moura Ednardo Pereira da Rocha Ailson Pereira de Moura	
DOI 10.22533/at.ed.0352006017	
CAPÍTULO 8	81
VEÍCULOS ELÉTRICOS E A GERAÇÃO DISTRIBUÍDA PARTIR DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS	
Jardel Eugenio da Silva Fabianna Tonin Jair Urbanetz Junior	
DOI 10.22533/at.ed.0352006018	
CAPÍTULO 9	92
ANÁLISE DA CURVA E FATOR DE CARGA COM E SEM PRESENÇA DE MICROGERAÇÃO FOTOVOLTAICA	
Murilo Miceno Frigo Roberto Pereira de Paiva e Silva Filho	
DOI 10.22533/at.ed.0352006019	
CAPÍTULO 10	101
ANÁLISE DE VIABILIDADE DA APLICAÇÃO DE LASER SCANNER TERRESTRE EM MINERAÇÃO DE CALCÁRIO	
Caio Cesar Vivian Guedes Oliveira Luis Eduardo de Souza Luciana Arnt Abichequer	
DOI 10.22533/at.ed.03520060110	
CAPÍTULO 11	114
APLICAÇÃO DA PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA NO ESTUDO DE CASO DA PALMILHA SENSORIZADA PARA PÉS DIABÉTICOS	
Luciana Maria de Oliveira Cortinhas Leonara Gonçalves e Silva Pires Anna Patrícia Teixeira Barbosa Jeane Souza Chaves Sidou	

Camila Alves Areda
Paulo Gustavo Barboni Dantas Nascimento
Rafael Leite Pinto de Andrade

DOI 10.22533/at.ed.03520060111

CAPÍTULO 12 127

AVALIAÇÃO DA EXATIDÃO E REPETIBILIDADE DO SENSOR LEAP MOTION CONTROLLER PARA A SUA UTILIZAÇÃO EM REABILITAÇÃO VIRTUAL

Marcus Romano Salles Bernardes de Souza
Eduardo Apolinário Lopes
Rogério Sales Gonçalves

DOI 10.22533/at.ed.03520060112

CAPÍTULO 13 134

ESTUDO PROSPECTIVO DE ÁCIDO LÁTICO PRODUZIDO POR LEVEDURAS EM GLICEROL BRUTO

Leandro Rodrigues Doroteu
Fabrício de Andrade Raymundo
Rogerio de Jesus Camargo Emidio
Marcilene Cordeiro Gomes
Camila Alves Areda
Eliana Fortes Gris
Grace Ferreira Ghesti
Paulo Gustavo Barboni Dantas Nascimento
Nadia Skorupa Parachin
Eduardo Antônio Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.03520060113

CAPÍTULO 14 146

MOUSE AUXILIAR DISTRIBUIDOR DE CARGA DE TRABALHO NA INTERAÇÃO COM UM COMPUTADOR PESSOAL PARA DUAS MÃOS

Fabrício de Andrade Raymundo
Marcelo Borges de Andrade
Marcus Vinícius Lopes Bezerra
Marina Couto Giordano de Oliveira
Sânia Léa Alves Rocha Lopes
Adriana Regina Martin
Paulo Gustavo Barboni Dantas Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.03520060114

CAPÍTULO 15 163

ÓXIDOS MISTOS A BASE DE TIO_2/ZNO APLICADOS NA DEGRADAÇÃO FOTOCATALÍTICA DA ATRAZINA

Gabriel Maschio de Souza
Gabriela Nascimento da Silva
Luiz Mário de Matos Jorge
Onélia Aparecida Andreo dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.03520060115

CAPÍTULO 16	172
PARADIGMAS TECNOLÓGICOS E REGIMES DE APROPRIABILIDADE: O CASO DA INDÚSTRIA FONOGRÁFICA NA ERA DIGITAL	
Sheila de Souza Corrêa de Melo Edoardo Sigaud Gonzales Natália Bonela de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.03520060116	
CAPÍTULO 17	183
UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS AND AIRSPACE INTERFACES	
Omar Daniel Martins Netto Maria Emília Baltazar Jorge Miguel dos Reis Silva	
DOI 10.22533/at.ed.03520060117	
CAPÍTULO 18	201
UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS DE INTELIGÊNCIA COMPETITIVA PARA DELINEAR ESTRATÉGIAS DE POSICIONAMENTO DE MERCADO DE EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS DE MONITORAMENTO	
Janaina dos Santos Melo Maria Fernanda Mascarenhas dos Santos Melis Levi dos Santos Sandra Malveira Grace Ferreira Ghesti Paulo Gustavo Barboni Dantas Nascimento	
DOI 10.22533/at.ed.03520060118	
CAPÍTULO 19	213
ANALISE COMPUTACIONAL DE VIGAS RETANGULARES DE CONCRETO ARMADO REFORÇADA AO CISALHAMENTO COM PRFC	
Maicon de Freitas Arcine Nara Villanova Menon	
DOI 10.22533/at.ed.03520060119	
CAPÍTULO 20	228
ANÁLISE COMPARATIVA DE TÉCNICAS DE INTERPOLAÇÃO APLICADAS À ANÁLISE DE POLUIÇÃO ELETROMAGNÉTICA	
Talles Amomy Alves de Santana Humberto Dionísio de Andrade Herick Talles Queiroz Lemos Matheus Emanuel Tavares Sousa Adriano Aron Freitas de Moura Ednardo Pereira da Rocha	
DOI 10.22533/at.ed.03520060120	
CAPÍTULO 21	241
ANÁLISE CRÍTICA E PROPOSIÇÕES DE INOVAÇÃO AO MÉTODO DE ENSAIO DE AÇÃO DE CALOR E CHOQUE TERMICO À LUZ DA ABNT NBR 15575 (2013)	
Luciani Somensi Lorenzi Luiz Carlos Pinto da Silva Filho	
DOI 10.22533/at.ed.03520060121	

CAPÍTULO 22	254
ESTUDO NUMÉRICO BIDIMENSIONAL DO EFEITO DA PRESENÇA DE UM TUMOR NO CAMPO DE TEMPERATURA DE UMA MAMA	
José Ricardo Ferreira Oliveira	
Vinicius Soares Medeiros	
Jefferson Gomes do Nascimento	
Alisson Augusto Azevedo Figueiredo	
Gilmar Guimarães	
DOI 10.22533/at.ed.03520060122	
CAPÍTULO 23	261
AMBIENTE DE PROJETO DE HARDWARE E SOFTWARE INTEGRADOS PARA APRENDIZADO E ENGENHARIA DE SISTEMAS COMPUTACIONAIS	
Edson Lisboa Barbosa	
Lucas Fontes Cartaxo	
Cícero Samuel Rodrigues Mendes	
Guilherme Álvaro Rodrigues Maia Esmeraldo	
DOI 10.22533/at.ed.03520060123	
CAPÍTULO 24	273
UMA PROPOSTA PRÁTICA DE MANUFATURA DE CONCRETO QUE PERPASSA DISCUSSÕES SOBRE SUSTENTABILIDADE E PENSAMENTO CRÍTICO	
Alaor Valério Filho	
Ânderson Martins Pereira	
Carlos Alfredo Barcellos Bellinaso	
Daniela Giffoni Marques	
DOI 10.22533/at.ed.03520060124	
SOBRE A ORGANIZADORA	281
ÍNDICE REMISSIVO	282

ANALISE COMPUTACIONAL DE VIGAS RETANGULARES DE CONCRETO ARMADO REFORÇADA AO CISALHAMENTO COM PRFC

Data de aceite: 26/11/2019

Maicon de Freitas Arcine

Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Engenharia Civil
Maringá, PR.

Nara Villanova Menon

Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Engenharia Civil
Maringá, PR.

RESUMO: A necessidade de aumento de capacidade resistente de uma estrutura é cada vez mais recorrente e negligenciada, o que pode comprometer a segurança da mesma. Desta forma o desenvolvimento de novas técnicas de reforço e reabilitação destes sistemas tornam-se essenciais. Diversas metodologias de reabilitação estrutural vêm sendo desenvolvidas e aplicadas, tornando-se cada vez mais sofisticadas. Pode-se citar como uma destas novas técnicas um reforço que utiliza Polímeros Reforçados com Fibra de Carbono (PRFC) ou *Carbon Fiber Reinforced Polymer* (CFRP). Este estudo tem por objetivo, portanto, explorar o reforço ao cisalhamento em vigas reforçadas com compósitos de fibra de carbono, comparando resultados experimentais obtidos por Menon (2008) com simulações numéricas por meio do *software* ABAQUS 6.12

e SAP2000 V15. Com relação à modelagem, encontrou-se o esperado, pois com o reforço as tensões na biela de compressão diminuíram satisfatoriamente. O programa ABAQUS se mostrou ser bastante complexo quando se trata de modelagem em concreto, pois este material está interagindo com o aço e com o PRFC de várias formas, sendo necessário adotar várias situações mais simples que não condizem exatamente com a realidade.

PALAVRAS-CHAVE: Simulação numérica. ABAQUS. SAP2000 V15. Reforço ao cisalhamento. Polímeros Reforçados com Fibra de Carbono (PRFC).

COMPUTATIONAL ANALYSIS OF RECTANGULAR REINFORCED CONCRETE BEAMS STRENGTHENED WITH CFRP

ABSTRACT: The need to increase the resilient capacity of a structure is increasingly recurrent and neglected, which may compromise its safety. New techniques developed for strengthening and rehabilitating these systems becomes essential. Several structural rehabilitation methodologies have been applied and applied and they become increasingly sophisticated. One can cite as one of these new techniques and reinforce that it uses Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP). This study aims, therefore, to explore or reinforce and shear in beams reinforced with

carbon fiber composites, comparing experimental results obtained by Menon (2008) with numerical simulations using ABAQUS 6.12 and SAP2000 V15 software. Regarding the modeling, found or expected, with the reinforcement as stresses in the compression rod decreased satisfactorily. The ABAQUS program proved to be quite complex when it comes to concrete modeling, as this material is being interoperable with steel and PRFC in many ways, and it is necessary to adopt several simpler variables that are not the same as reality.

KEYWORDS: Numerical simulation. ABAQUS. SAP2000 V15. Shear reinforcement. Carbon Fiber Reinforced Polymers (CFRP).

1 | INTRODUÇÃO

Uma estrutura de concreto armado, durante sua vida útil, deve satisfazer diversos requisitos os quais podem não ser totalmente conhecidos na fase de execução do projeto. Com isto, durante a sua vida útil, pode requerer reforço estrutural por algumas das seguintes razões: incremento de carga, danos de partes estruturais (envelhecimento da construção, danos causados por incêndios, corrosão da armadura, impacto de veículos, etc.), aumento da capacidade de serviço (limitação das deformações, redução do esforço no aço, redução da abertura das fissuras), modificação do sistema estrutural e erros de projeto, cálculo e construção.

Dentre os materiais utilizados para reforçar uma estrutura, destacam-se os materiais compósitos (matriz e reforço). Os FRPs (*Fiber Reinforced Polymer*), ou seja, polímeros reforçados com fibras, são materiais compósitos constituídos por fibras embebidas em uma matriz polimérica (Figura 1). Pode-se ressaltar as fibras de vidro (PRFV), fibras de aramida (PRFA) e as fibras de carbono (PRFC).

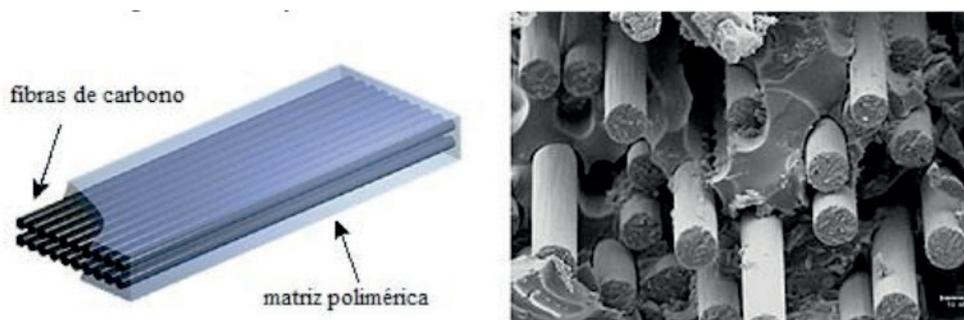


Figura 1 - Esquema de um laminado de FRP unidirecional

Fonte: Machado e Machado (2015)

Uma das formas de aplicação do reforço com este material é externamente sobre a superfície do elemento estrutural. Os estudos referentes a este tema têm focado em fortalecimento externo ao cisalhamento principalmente em base experimental e numericamente em quantidades limitadas. Segundo Machado e

Machado (2015), sistemas compostos estruturados com fibras de carbono oferecem várias possibilidades para permitir o reforço ao cisalhamento dos elementos de concreto armado. Ainda segundo Arcine (2016), esses sistemas são utilizados para o envolvimento das seções de concreto com as fibras dispostas transversalmente com o objetivo de reforçar as diagonais tracionadas da treliça de Morsch de maneira similar aos estribos de aço. Existem três formas de reforço à cortante, são elas: envolvimento total da seção transversal (Figura 2(a)), envolvimento em forma de “U” (Figura 2 (b)), e apenas nas laterais da viga (Figura 2 (c)).

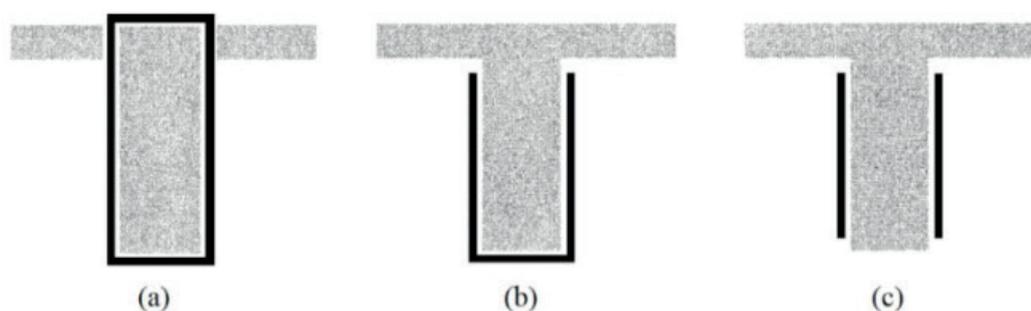


Figura 2 - Configurações possíveis do reforço ao cisalhamento

Fonte: ACI 440.2R-08 (2008)

A situação de um reforço estrutural pode ser abordada de formas diferentes, as quais, dividem-se em estudos experimentais e numéricos. Ainda que análises experimentais apresentem bons resultados sobre o comportamento do reforço ao cisalhamento, estes são complexos, trabalhosos e de elevado custo. Alguns exemplos de programas computacionais capazes de solucionar problemas referente a este assunto são os *Softwares* ABAQUS 6.12 e SAP2000 V15, ambos baseados no Método dos Elementos Finitos (MEF). Por meio de simulações numéricas com estes *Softwares* é possível observar as tensões e deformações geradas em vigas retangulares de concreto armado, além do reforço nestas estruturas e sua funcionalidade quanto a esforços de cisalhamento.

Segundo Lyra (2011), a dificuldade para uma análise não linear utilizando estes softwares está na caracterização do material sobre o qual se está estudando. Muitas pesquisas já foram realizadas com a finalidade de encontrar modelos que se aproximem ao máximo do concreto armado, o qual visam prever o comportamento da estrutura perante o carregamento imposto.

Por isto, neste trabalho serão analisados modelos tridimensionais de concreto armado com o objetivo de analisar o reforço e as situações possíveis de ruptura.

Dentro da engenharia estrutural o MEF proporcionou grande revolução, permitiu a resolução de problemas complexos cuja solução analítica se mostra inviável. Na análise de estruturas de concreto, esta técnica tem permitido a avaliação detalhada

do seu comportamento. Apresenta modelagem bastante abrangente e específica dos componentes envolvidos no sistema estrutural.

Além disso, se comparado com as análises experimentais, as análises numéricas são consideradas mais baratas e rápidas. É capaz de auxiliar o profissional em controlar as condições de contorno e de carregamentos dos elementos analisados de forma rápida e simples. Isto possibilita compreender melhor os sistemas estruturais e prever novos métodos de falha que comprometam a estrutura. No entanto, grande parte das simulações encontradas na literatura são referentes a problemas de flexão e os existentes sobre cisalhamento, na maioria das vezes, não representam a estrutura com grandes variações de parâmetros e análises, possíveis com simulações numéricas.

Portanto, complementar um estudo experimental de reforço ao cisalhamento em vigas de concreto armado por meio de análises numéricas, auxiliará pesquisadores futuros a melhorar técnicas de reforço. Contribuirá também, com que haja economia de tempo e dinheiro com as modelagens.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Para avaliação dos modelos, foi tomada como base um estudo realizado por Menon (2008) a qual foi ensaiado experimentalmente uma viga em concreto armado e posteriormente reforçada com compósitos de fibra de carbono dispostas em U. A viga estudada possui seção transversal de 12x25cm com comprimento total de 250cm e distância entre vãos de 222cm. O f_{ck} obtido experimentalmente foi de 31,20 MPa aos 28 dias. As armaduras longitudinais e transversais foram igualmente dimensionadas ao longo de toda a viga. Para as barras longitudinais, tanto de compressão quanto de tração, foram compostas por quatro barras de aço CA-50 de 16mm cada, dispostas como na figura a seguir. Para os estribos foram compostas pelo aço CA-60 de 4,2mm espaçados de 18cm. A Figura 3 mostra a armação da viga ensaiada em laboratório.

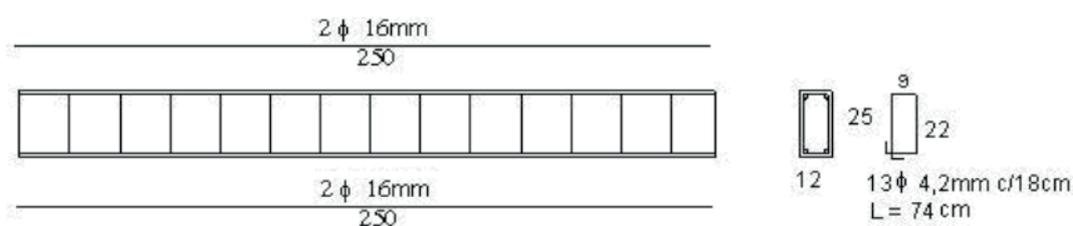


Figura 3 – Dimensões das vigas (Dimensões em cm)

Fonte: Menon (2008)

O aço CA-50 usado no ensaio experimental apresentou um valor médio de

tensão de escoamento de 599,20 MPa com tensão de ruptura média de 735,96 MPa. Não foi fornecido a tensão de escoamento para o aço CA-60, mas o mesmo obteve uma tensão de ruptura média de 798,29 MPa.

As lâminas de fibra de carbono foram espaçadas de 18cm e a primeira distante de 14cm do apoio de segundo gênero. O reforço usado no estudo foi o Sika®CarboShear L 4/20/50, possui um Módulo de Elasticidade de 120 GPa, espessura de 1,4 mm e deformação de ruptura de 1,7 %. A Figura 4 apresenta o sistema de reforço realizado no estudo com as dimensões em centímetros.

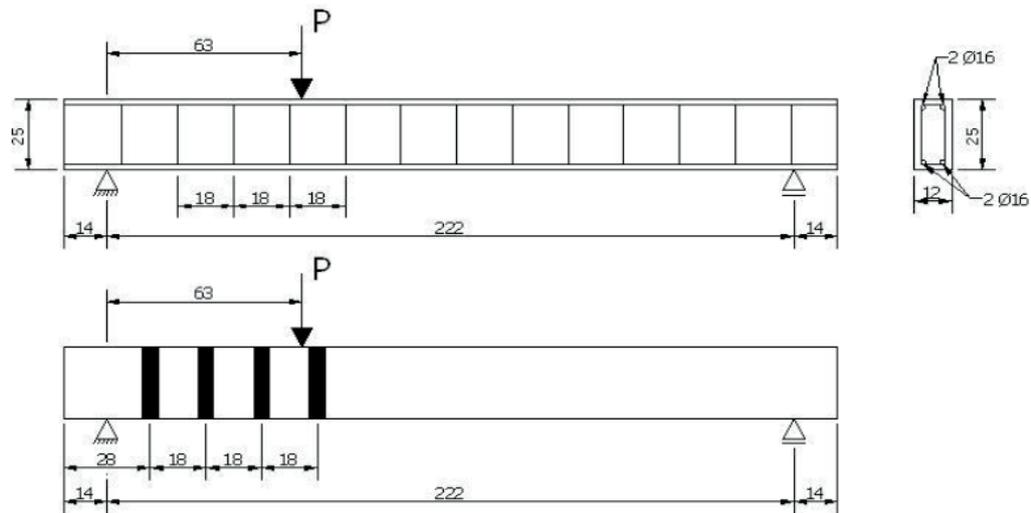


Figura 4 – Condições de contorno da viga experimental

Fonte: Menon (2008)

A viga ensaiada experimentalmente atingiu o colapso aos 77,71 kN e o deslocamento encontrado sob a carga aplicada foi de 1,11cm. A seguir tem-se o diagrama carga x deslocamento encontrado para este estudo.

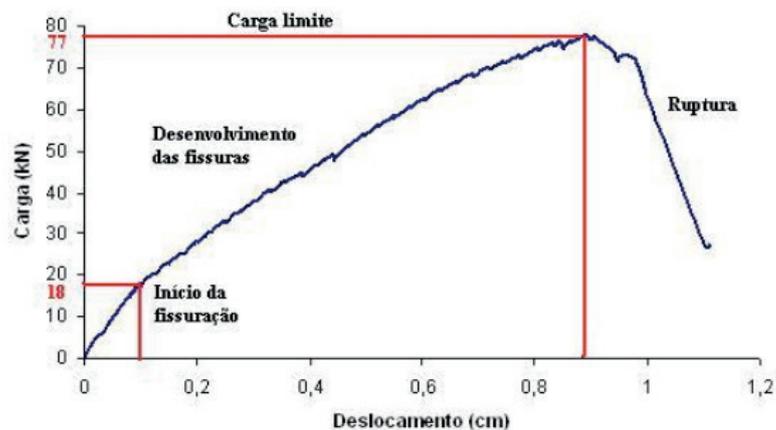


Figura 5 - Diagrama carga x deslocamento da viga referência.

Fonte: Menon (2008).

Devido às dificuldades de se modelar a viga em regime plástico, a mesma foi

estudada ainda em regime elástico, pois se trata apenas de um estudo preliminar de uma viga reforçada. A carga a ser utilizada na análise será de 18kN com um respectivo deslocamento no ponto de aplicação da carga de aproximadamente 0,1cm (1mm).

A modelagem foi realizada utilizando o *Software* ABAQUS 6.12. Os passos para a modelagem foram seguidos com o auxílio do material de conceitos básicos do ABAQUS proposto por Verissimo (2006). Os dados e considerações obtidos para a modelagem dos materiais foram encontrados em ACI 440.2R-02 e Manual de Reforço proposto por Machado (2006).

Foi adotado para o concreto o elemento *SOLID 3D* de formulação isoparamétrica, integração reduzida com 8 nós tipo “brick” (C3D8R). As armaduras longitudinais e transversais foram por meio do elemento *WIRE 3D* com elemento do tipo *TRUSS* com 2 nós (T3D2). Para a interação do concreto com o aço, foi usada a função “*Constraint*” como região embutida (*Embedded region*). A unidade adotada para comprimento foi o “metro (m)” e para carga foi o “KiloNewtons (KN)”. A Figura 6 mostra a imagem da modelagem realizada com base nos dados experimentais.

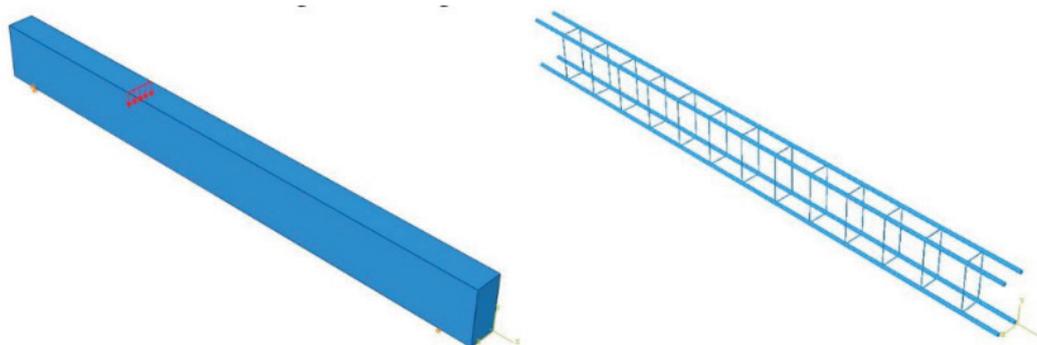


Figura 6 – Viga modelada no ABAQUS

Fonte: Arcine (2016)

Na modelagem da fibra de carbono, adotou-se elemento *SOLID 3D* de formulação isoparamétrica, integração reduzida com 8 nós tipo “brick” (C3D8R). Para a colagem da lâmina de PRFC, dispostas na Figura 7, adotou-se perfeita adesão (*Tie*) entre o concreto e a fibra de carbono conforme a imagem a seguir.

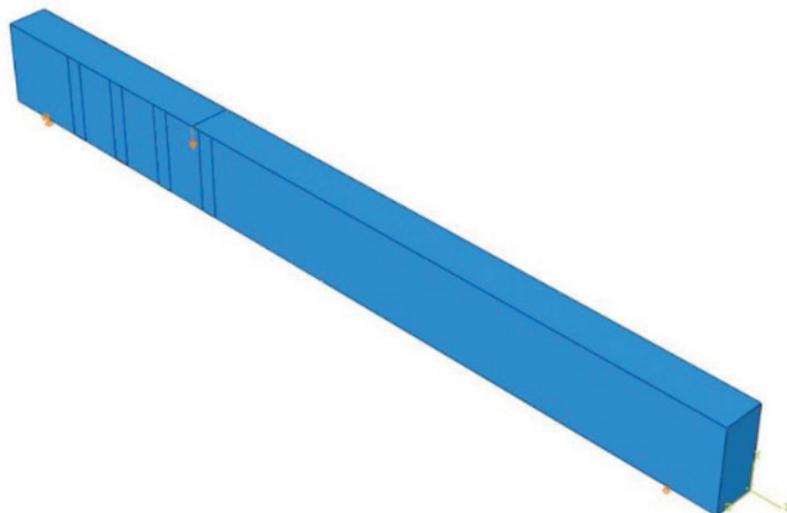


Figura 7 - Esquema numérico da viga reforçada no ABAQUS

Fonte: Arcine (2016)

O sistema de coordenadas que ambos os softwares adotam para os seus cálculos pode ser observado na Figura 8.

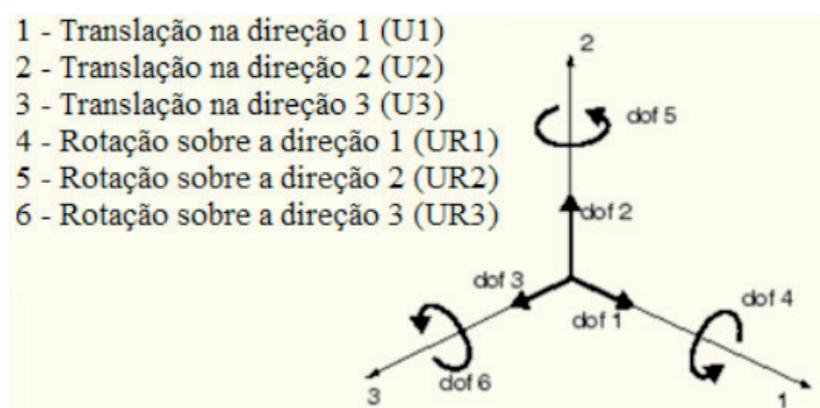


Figura 8 - Notação para os graus de liberdade no ABAQUS e SAP2000

Fonte: Adaptado de Verissimo (2006)

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise da viga com SAP2000.

Para esta análise, foi modelada a viga de estudo no SAP2000 V15.2.1 apenas em concreto e armação e sem reforço, com a finalidade de se realizar um breve estudo das bielas de compressão no concreto e seu rompimento.

Para a modelagem no SAP2000, supôs que o material usado seja homogêneo e isótropo, solicitado somente em regime elástico e com pequenas deformações. Utilizou o elemento SOLID 3D de formulação isoparamétrica com 8 nós tipo “brick” para modelar o concreto. A armadura foi analisada por meio do elemento FRAME. O

fck usado foi 31,20 Mpa e as demais condições de contorno foram usadas conforme o estudo realizado por Menon (2008). A Figura 9 apresenta a viga referência modelada no *software* SAP2000.

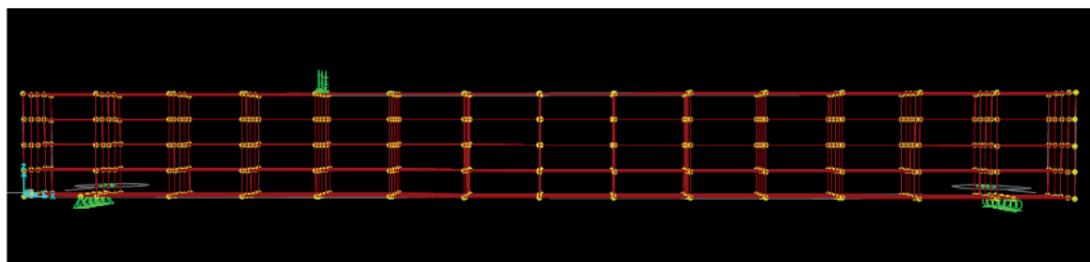


Figura 9 – Viga modelada no SAP2000

Fonte: Arcine (2016)

Ao simular o sistema estrutural em questão, obteve-se os resultados ilustrados na Figura 10 e Figura 11.

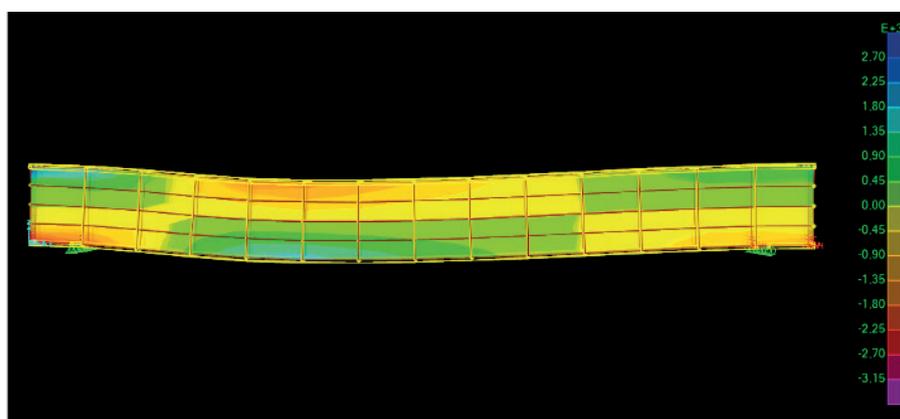


Figura 10 – Diagrama de tensões S11 (Compressão)

Fonte: Arcine (2016)

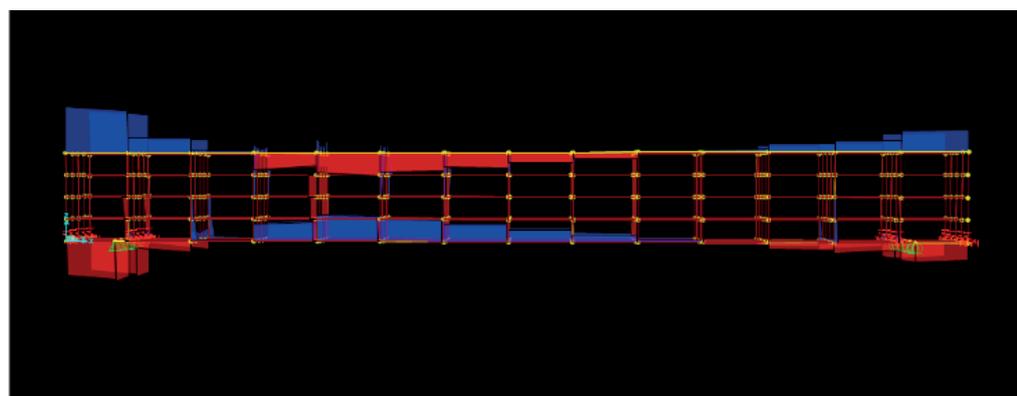


Figura 11 – Diagrama de tensões nas armaduras

Fonte: Arcine (2016)

Com este estudo, percebe-se na Figura 10, que entre a aplicação da carga e o apoio de segundo gênero há uma grande concentração de tensões de compressão,

onde haverá a necessidade de realizar um futuro reforço. Logo, observa-se a presença das bielas de compressão entre os apoios e a aplicação da carga, observando um sistema de treliça.

2.2 Viga simulada no abaquês sem reforço

A seguir são apresentados os resultados obtidos de acordo com a modelagem realizada no *software* ABAQUS. A princípio avaliou-se o deslocamento no ponto de aplicação da carga e ao redor do mesmo, com a finalidade de se observar a proximidade dos resultados com a realidade. Os resultados obtidos encontram-se na Figura 12.

```

ODB: C:/Temp/Job-1.odb
Step: Carga
Frame: Increment      1: Step Time = 1.000

Loc 1 : Nodal values from source 1

Output sorted by column "Node Label".

Field Output reported at nodes for part: CONCRETO-1

```

Node Label	U.Magnitude @Loc 1	U.U1 @Loc 1	U.U2 @Loc 1	U.U3 @Loc 1
753	662.574E-06	-915.144E-09	-629.538E-06	-206.602E-06
761	675.648E-06	-989.547E-09	-647.350E-06	-193.485E-06
1329	662.574E-06	915.263E-09	-629.538E-06	-206.602E-06
1337	675.648E-06	989.665E-09	-647.350E-06	-193.485E-06
Minimum	662.574E-06	-989.547E-09	-647.350E-06	-206.602E-06
At Node	1329	761	1337	1329
Maximum	675.648E-06	989.665E-09	-629.538E-06	-193.485E-06
At Node	1337	1337	1329	1337

Figura 12 - Deslocamentos no ponto de aplicação da carga

Fonte: Arcine (2016)

Assim, observou-se que de acordo com a Figura 12 o deslocamento vertical está relacionado com U2. A viga modelada sofreu um deslocamento de aproximadamente 0,65mm o que demonstra coerência com o 1mm ocorrido na viga real. Este resultado foi considerado aceitável, visto a dificuldade da modelagem de uma viga real em um modelo computacional. Além disso, várias outras características foram adotadas, não correspondendo exatamente a situação real.

A Figura 13 apresenta o diagrama referente ao deslocamento U2. Nota-se que a região em azul representa a área com maior deslocamento.

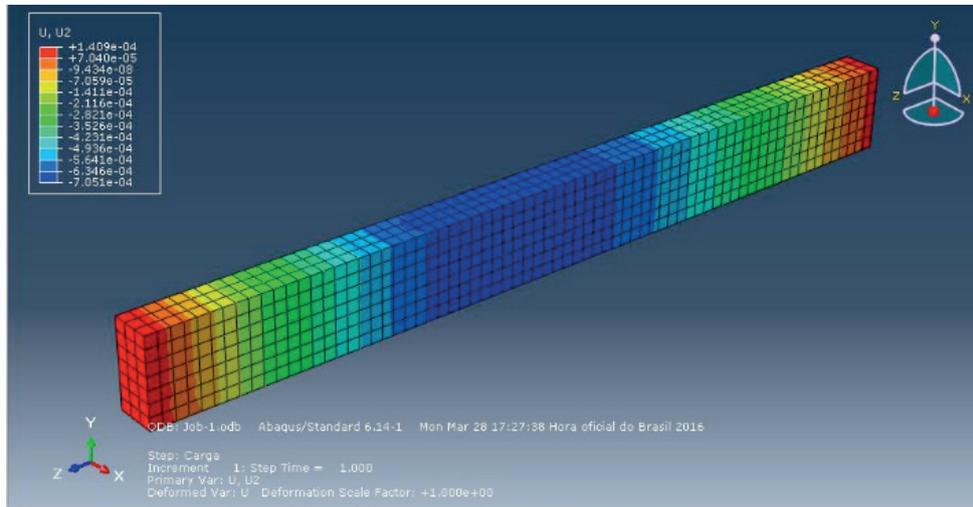


Figura 13 – Diagrama U2 (ABAQUS)

Fonte: Arcine (2016)

A Figura 14 mostra as tensões na direção 3 da estrutura (eixo Z), neste caso, representa o diagrama de flexão da viga. Logo, pode-se observar uma tração na parte de baixo da mesma e uma compressão na parte superior.

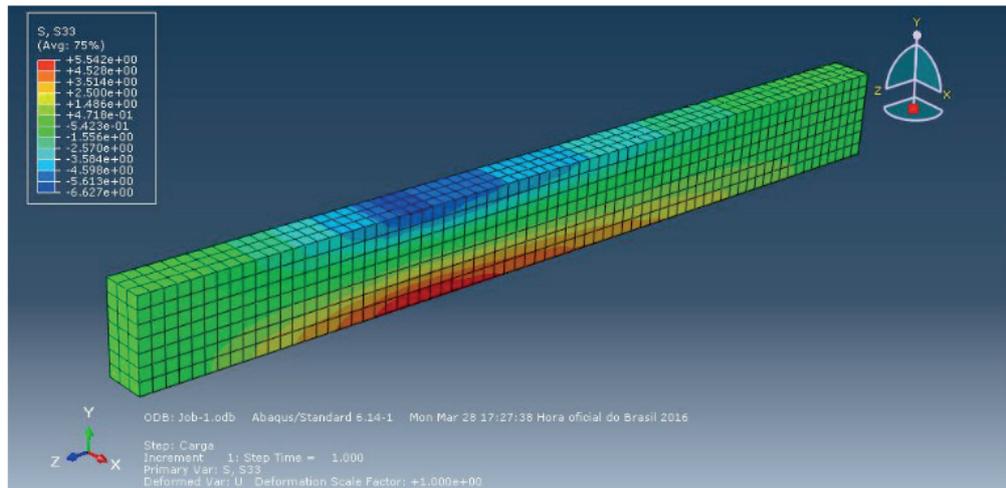


Figura 14 - Diagrama S33 (ABAQUS)

Fonte: Arcine (2016)

Como este trabalho tem por finalidade o estudo do cisalhamento na viga, a Figura 15 apresenta as tensões encontradas ao longo de toda a viga modelada, referente ao cisalhamento.

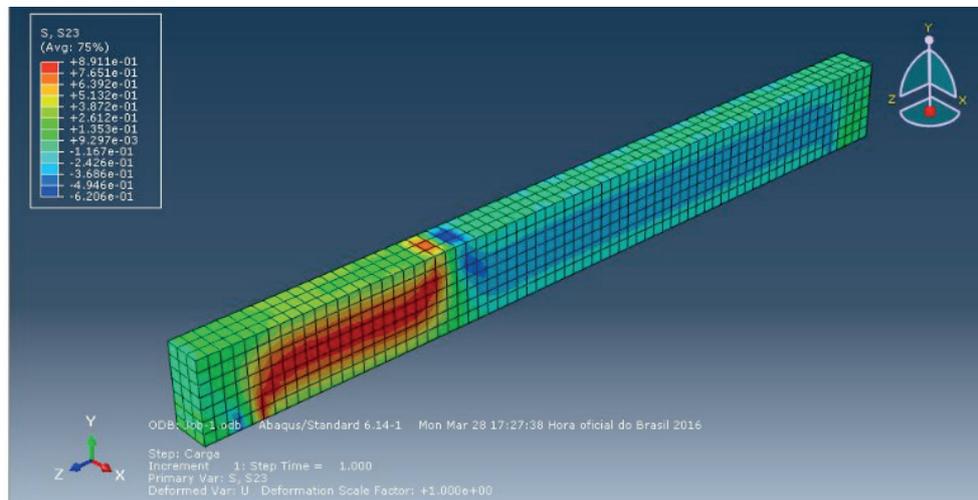


Figura 15 – Diagrama S23 - Cisalhamento (ABAQUS)

Fonte: Arcine (2016)

Percebe-se na Figura 15 o cisalhamento no plano YZ (23), ou seja, nota-se a região de compressão do lado esquerdo da viga, mais próximo do apoio de segundo gênero, o que impede um deslocamento no eixo Z. Logo, na região direita da viga há tração devido ao apoio de primeiro gênero, possibilitando uma translação ao longo do eixo Z. Observa-se grandes concentrações de tensões na região do vão de cisalhamento, tanto na simulação do ABAQUS quanto na do SAP2000, semelhante a região de colapso experimental, retratada na Figura 16. Esta região será o local onde serão coladas as lâminas de PRFC com a finalidade de se absorver as tensões de cisalhamento.



Figura 16 – Ruptura da Viga referencia

Fonte: Menon (2008)

As tensões geradas nas armaduras transversais e longitudinais, de compressão e tração, podem ser analisadas na Figura 17.

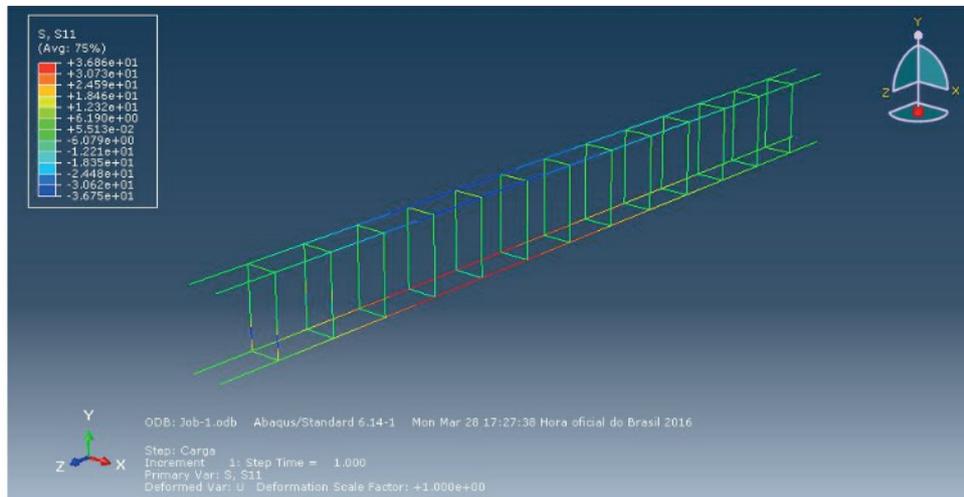


Figura 17 – Diagrama de tensões na armadura S11

Fonte: Arcine (2016)

Observa-se que próximo à aplicação da carga, as barras inferiores sofrem elevada tração e menor mais próximo dos apoios e as superiores compressão. Para os estribos, praticamente todas sofrem baixa tração, a não ser as próximas ao apoio de segundo gênero.

2.3 Viga reforçada

como proposto experimentalmente, a viga ensaiada foi reforçada e novamente ensaiada, assim os resultados nas Figuras 18 e 19 mostram os diagramas de tensões no concreto, na fibra e no aço.

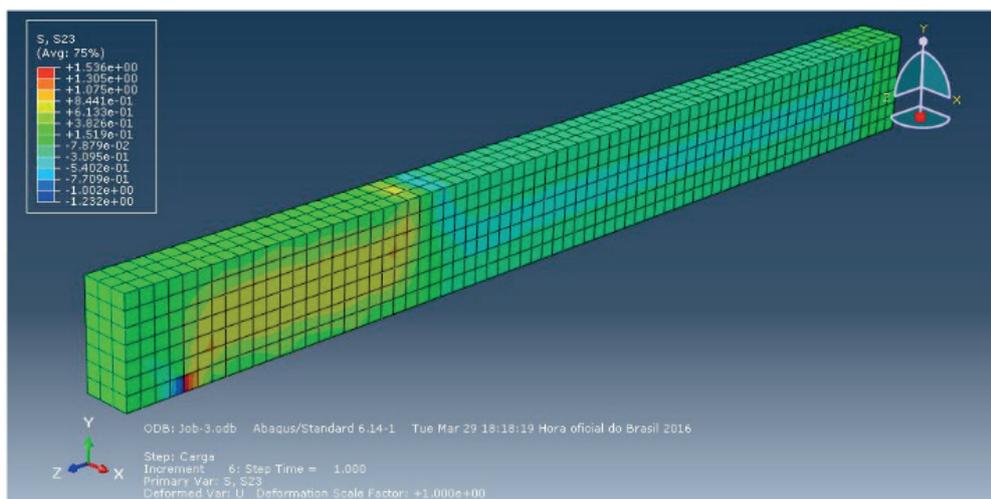


Figura 18 – Diagrama de tensões S23 com reforço.

Fonte: Arcine (2016)

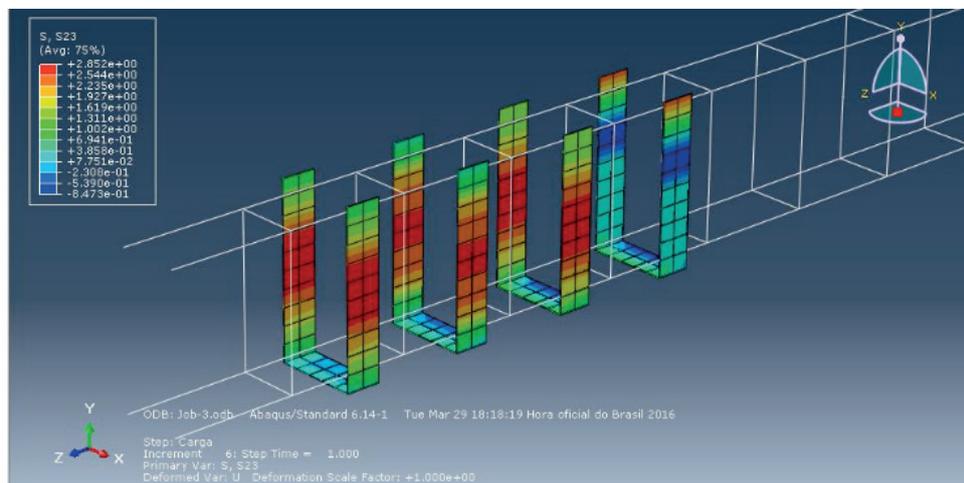


Figura 19 - Diagrama de tensões S23 no laminado

Fonte: Arcine (2016)

Como podemos observar, as lâminas de PRFC absorvem boa parte das tensões na biela de compressão entre o apoio de segundo gênero e a aplicação da carga, gerando em boa parte do material de reforço tensões de compressão. Já a parte da viga sujeita a tração ocorre um pequeno alívio nas tensões de tração.

Por fim, o diagrama S33 da Figura 20 com reforço referente à flexão da viga, pode-se observar que as lâminas também estão absorvendo tensões geradas por flexão.

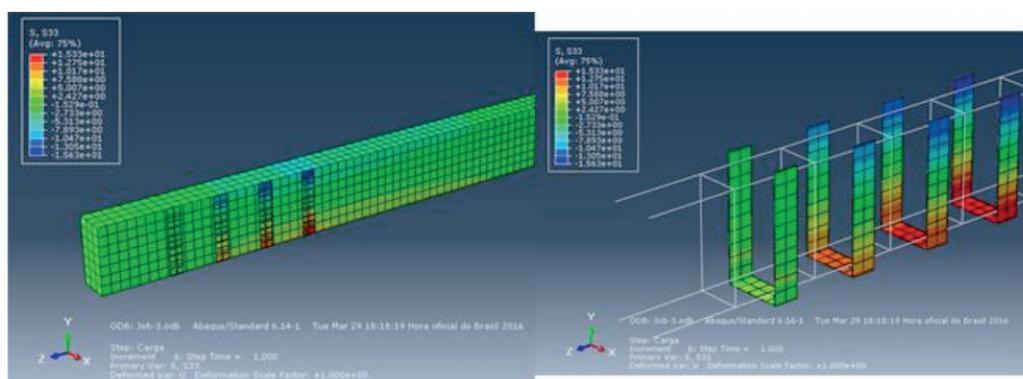


Figura 20 – Diagrama de tensões S33 com reforço

Fonte: Arcine (2016)

Nota-se que o PRFC sofreu tensões principalmente em sua parte inferior devido a flexão da viga.

4 | CONCLUSÃO

Neste trabalho, objetivou-se analisar a contribuição de lâminas de PRFC ao cisalhamento em vigas de concreto armado. Utilizou-se os dados experimentais

obtidos por Menon (2008) e sua simulação foi executada com o auxílio do *software* ABAQUS 6.12 e SAP2000 V15. Com os deslocamentos e diagramas de tensões obtidos foi possível comparar com os dados encontrados experimentalmente e assim tirar conclusões que possam ser de grande utilidade para futuras pesquisas.

Conclui-se que os estudos sobre reforço de vigas de concreto ao cisalhamento com lâminas de PRFC têm grande importância e são necessários para se estabelecer a melhor localização deste material no concreto. Logo, pode evitar possíveis descolamentos e por consequência uma diminuição das tensões de cisalhamento requerida.

Com relação à modelagem, encontrou-se o esperado, pois com o reforço as tensões na biela de compressão diminuíram satisfatoriamente. O programa ABAQUS se mostrou ser bastante complexo quando se trata de modelagem em concreto. A interação entre o concreto, aço e PRFC é a relação mais complexa e pode ser expressa de várias formas, sendo necessário adotar várias situações mais simples que não condizem exatamente com a realidade.

REFERÊNCIAS

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE - ACI 440.2R-08. **Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Concrete Structures**. Farmington Hills, MI, USA, 2008.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE - ACI 318-14. **Building Code Requirements for Structural Concrete**. Farmington Hills, MI, USA, 2014.

ARCINE, M. F. **Análise Computacional De Vigas Retangulares De Concreto Armado Reforçadas ao Cisalhamento Com PRFC**. Anais do XXV EAIC e V EAIC Jr, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: NBR-6118. **Projeto de Estruturas de Concreto**. Rio de Janeiro; 2003.

BEBER, A.J. **Comportamento Estrutural de Vigas de Concreto Armado Reforçadas com Compósitos de Fibra de Carbono**. Tese de Doutorado em Estruturas 317f. Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil, 2008.

FÉDÉRATION INTERNATIONALE DU BÉTON. **Design and use of externally bonded fibre reinforced polymer reinforcement (FRP EBR) for reinforced concrete structures**. Fédération Internationale du Béton (fib) Bulletin 14, 138p. Patras, Grécia. Julho, 2001.

FERREIRA, A. C. R. P.; CUNHA, J. Análise da distribuição do reforço com fibras de carbono em vigas de concreto armado. **Ciência y Engenharia/ Science and Engineering Journal**, v. 22, n. 2, p. 47–56, 2013.

GAMINO, A.L. **Modelagem Física e computacional de estruturas de Concreto Reforçadas com CFRP**. Tese Doutorado em Estruturas. Escola Politécnica de São Paulo, São Paulo. p. 285, 2007.

GRIMBERG, R. et al. Determination of Elastic Properties of CFRP Using Lamb Waves Resonant Spectroscopy. **2nd International Symposium on NDT in Aerospace**, p. 5–12, 2010.

FUSCO, P.B. **Técnicas de Armar as Estruturas de Concreto**. São Paulo, 1995.

LYRA, P.H.C. **Modelagem Numérica de Estruturas de Concreto Armado Utilizando o Programa Atena**. São Paulo, p 13-42; 2011.

MACHADO, A.P. **Manual de Reforço das Estruturas de Concreto Armado com Fibras de Carbono**. Minas Gerais, p 42-59; 2006.

MENON, V.A. **Estudo experimental de sistemas de reforço ao cisalhamento em vigas de concreto armado utilizando-se polímero reforçado com fibras de carbono (PRFC)**. Tese de Doutorado em Estruturas, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. p. 327, 2008.

SOUZA, R.A. **Concreto estrutural: Análise e dimensionamento de elementos com descontinuidades**. Tese de Doutorado em Estruturas. Departamento de Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo. p. 442, 2004.

VERÍSSIMO, G.S. **ABAQUS: Conceitos Básicos**. Minas Gerais; 2006.

SOBRE A ORGANIZADORA

Franciele Braga Machado Tullio - Engenheira Civil (Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG/2006), Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho (Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR/2009, Mestre em Ensino de Ciências e Tecnologia (Universidade Tecnológica federal do Paraná – UTFPR/2016). Trabalha como Engenheira Civil na administração pública, atuando na fiscalização e orçamento de obras públicas. Atua também como Perita Judicial em perícias de engenharia. E-mail para contato: francielebmachado@gmail.com

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abaqus 213, 214, 215, 218, 219, 221, 222, 223, 226, 227

Acidente de trabalho 1

Air Traffic Management (ATM) 183

Análise de patentes 41

Apontador 129, 147

Arco elétrico 67, 68, 69, 70, 73, 74, 79, 80

Atrazina 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170

B

Biopolímeros 134, 135

C

Compensação de energia 10, 11, 14, 15, 17, 18, 19, 54, 100

Corpo 103, 114, 118, 119, 124, 134, 143, 177, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 255

D

Degradação 163, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 245, 250

Demanda contratada 43, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51

Diluição 101, 103, 104, 105, 106, 109, 111

Dispositivo 22, 73, 74, 127, 128, 129, 132, 147, 148, 151, 177, 180, 209, 245

Distribuição 1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 40, 41, 54, 73, 76, 90, 92, 93, 100, 117, 119, 138, 140, 147, 160, 161, 173, 174, 178, 180, 182, 206, 226, 229, 233, 234, 236, 247, 248

E

Economia de energia 43, 51

Eletricista 1, 2, 5, 7, 69

Energia elétrica 2, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 32, 39, 40, 43, 44, 45, 46, 47, 50, 52, 53, 54, 59, 60, 63, 65, 81, 82, 83, 84, 85, 87, 88, 89, 90, 92, 97, 98, 100

Energia incidente 67, 68, 69, 70, 71, 73, 74, 75, 76, 78, 79

Energia solar fotovoltaica 81

Equipamentos de proteção individual 8, 67, 68

F

Fator de carga 92, 93, 94, 98, 99, 100

Fonte hídrica 20

Fotocatálise 163, 165

G

Geometria de bancada 101

Geração distribuída 10, 11, 13, 14, 15, 16, 19, 21, 53, 54, 57, 65, 81, 89, 90

Geração elétrica distribuída 20

I

Indústria fonográfica 172, 173, 176, 178, 179, 181, 182

Interpolação 228, 229, 230, 231, 232, 236, 237, 238, 239, 240

J

Jogos sérios 127, 128, 132

L

Leap motion controller 127, 128, 129, 132, 133

Leveduras 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144

M

Método da validação cruzada 228, 230, 237, 238

Microalgas 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 135

Microgeração 15, 17, 18, 53, 55, 56, 57, 63, 64, 92, 93, 94, 95, 96, 98, 99, 100

Mineração de calcário 101, 103, 105, 109

Modelo tridimensional 101, 109

Mouse 146, 147, 148, 149, 150, 155, 159, 160, 161

N

Nr10 1, 2

O

Óxidos mistos 163, 165, 169

P

Palmilha 114, 115, 116, 117, 122, 123, 124, 126

Paradigmas tecnológicos 172, 173

Poli(ácido láctico) 134, 135, 137

Polímeros Reforçados com Fibra de Carbono (PRFC) 213, 214, 218, 223, 225, 226, 227

Poluição eletromagnética 228, 238

Prospecção tecnológica 34, 36, 41, 42, 114, 117, 145, 149, 162, 203, 204

R

Reabilitação virtual 127, 128, 132

Rede de distribuição 14, 15, 76, 92, 93

Reforço ao cisalhamento 213, 215, 216, 227

Regimes de apropriabilidade 172, 173, 174, 175

S

Sap2000 v15 213, 214, 215, 219, 226

Scanner a laser terrestre 101, 102, 103, 104

Sinais bioelétricos 114, 118, 124

Sistemas fotovoltaicos 81, 82, 90, 92, 93, 100

T

Turbinas 14, 20, 22, 23, 24, 31, 32

U

UAS Traffic Management (UTM) 183, 185, 186, 187, 189, 190, 194, 196, 197, 198, 200

Unmanned Aircraft System (UAS) 183, 184, 186, 200

V

Veículo elétrico 81, 84, 86, 88, 89, 90

